

PAT-NO: JP02002301623A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2002301623 A

TITLE: FINE HOLE ELECTRIC DISCHARGE MACHINE AND FINE HOLE
ELECTRIC DISCHARGE MACHINING METHOD

PUBN-DATE: October 15, 2002

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
YOSHIDA, SHINICHI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SODICK CO LTD	N/A

APPL-NO: JP2001104299

APPL-DATE: April 3, 2001

INT-CL (IPC): B23H007/26, B23H009/14

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a fine hole electric discharge machine to properly select an electrode change form where electrode is changed by a single fine hole electric discharge and an electrode change form where an electrode with a given diameter grasped by an electrode holder is replaced with an electrode with the same diameter according to consumption and a given electrode is changed together with an electrode holder as occasion demand and machining is effected, and an availability factor and flexibility are improved.

SOLUTION: The fine hole electric discharge machine comprises an automatic electrode feeding device 14 to feed a number of electrodes with a given diameter one by one to the tip charge of a machining main spindle 10; a first electrode to removably rasp the feed electrode with the feed electrode mounted on the machining main spindle; a number of second electrode holders 122 to grasp an electrode with a diameter different from that of an electrode with a given diameter; an ATC device 19 to change an electrode holder mounted on a machining main spindle with the proper electrode holder of first and second electrode holders; an automatic electrode grasping release mechanism capable of automatically grasping and releasing the feed electrode the first electrode

holder in a state to be mounted on a machining spindle; and an electrode recovering device 20 to recover and transfer a consumed electrode from the first electrode holder and contain it in a recovery container.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-301623

(P2002-301623A)

(43)公開日 平成14年10月15日(2002.10.15)

(51)Int.Cl.

識別記号

F I

ターミナル(参考)

B 2 3 H 7/26

B 2 3 H 7/26

D 3 C 0 5 9

9/14

9/14

審査請求 未請求 請求項の数8 OL (全12頁)

(21)出願番号 特願2001-104299(P2001-104299)

(22)出願日 平成13年4月3日(2001.4.3)

(71)出願人 000132725

株式会社ソディック

神奈川県横浜市都筑区仲町台3丁目12番1号

(72)発明者 吉田 伸一

福井県坂井郡坂井町長屋78番地 株式会社
ソディック福井事業所内

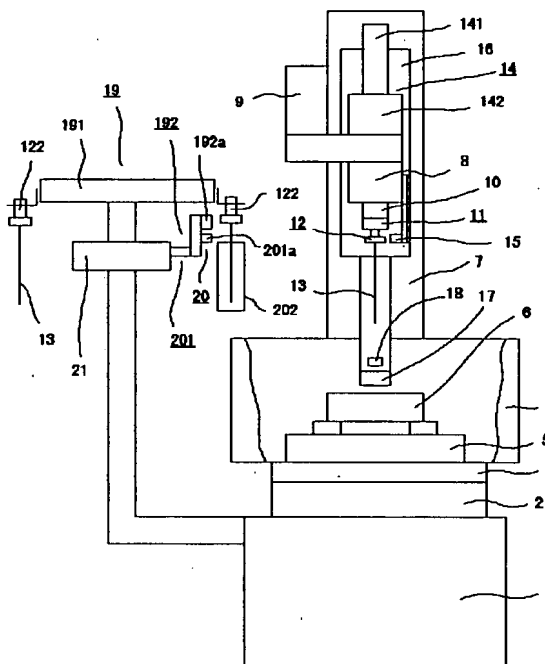
Fターム(参考) 3C059 AA01 AB01 DD03 HA14

(54)【発明の名称】 細穴放電加工機及び細穴放電加工方法

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 1台の細穴放電加工機で、する電極交換形態と、電極ホルダに把持された所定径の電極を消耗に応じて同一径の電極と交換所定の電極を電極ホルダごと交換する電極交換形態とを、必要に応じて適宜選択して加工を行うことができ、稼働率・汎用性を高めた細穴放電加工機を提供する。

【解決手段】 多数の所定径の電極を1本ずつ加工主軸10の先端側に供給する自動電極供給装置14と、加工主軸に装着状態で該供給電極を着脱可能に把持する第1の電極ホルダと、所定径の電極とは異なる径の電極を把持する多数の第2の電極ホルダ122と、加工主軸に装着される電極ホルダを第1及び第2の電極ホルダのうちの適宜の電極ホルダと交換するATC装置19と、加工主軸に装着状態の第1の電極ホルダによる、供給電極の自動的な把持及び解放を可能とする自動電極把持解放機構と、消耗した電極を該第1の電極ホルダから回収し移送して回収容器に収納する電極回収装置20とを設ける。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 細線乃至細棒状の細穴加工用電極を放電間隙を介して被加工物に対向させ、該放電間隙に加工液を供給した状態で、前記細穴加工用電極と被加工物間に間欠的な電圧パルスを印加して繰り返し放電パルスを発生させると共に、両者間に対向方向の相対的な加工送りを与えて、被加工物に細穴を加工形成する細穴放電加工機に於て、

回転制御される加工主軸の先端部に設けられ、電極ホルダを自動的に着脱する電極ホルダチャックと；多数の所定径の細穴加工用電極を収容する電極カートリッジと、該電極カートリッジから前記細穴加工用電極を1本ずつ前記加工主軸の中空部を通して先端側に供給する電極フィード装置とを備え、前記加工主軸上方に設けられる自動電極供給装置と；前記電極ホルダチャックによる自動的な着脱が可能に形成され、前記細穴加工用電極を把持可能な第1の電極ホルダと；前記電極ホルダチャックに装着状態の前記第1の電極ホルダによる、前記自動電極供給装置により前記加工主軸の先端側に供給された前記細穴加工用電極の自動的な把持及び把持状態からの解放を可能とする自動電極把持解放機構と；前記電極ホルダチャックによる自動的な着脱が可能に形成され、前記細穴加工用電極と別異の細穴加工用電極を把持する第2の電極ホルダと；前記第1及び第2の電極ホルダを夫々個別に着脱自在に収容可能な電極ホルダマガジンと、前記第1または第2の電極ホルダを前記電極ホルダマガジンと前記電極ホルダチャック相互間で移載する電極ホルダ移載装置とを備え、前記電極ホルダチャックに装着状態の前記第1または第2の電極ホルダを前記電極ホルダマガジン中の所定の前記第1または第2の電極ホルダと交換する自動工具電極交換装置と；前記電極ホルダチャックに装着状態の前記第1の電極ホルダから前記所定径の細穴加工用電極を回収して移送する電極移送装置と、該電極移送装置により移送された前記所定径の細穴加工用電極を収納する電極回収容器とを有する電極回収装置と；を備えてなることを特徴とする細穴放電加工機。

【請求項2】 前記第1の電極ホルダが、前記所定径の細穴加工用電極を把持可能なスプリングコレットと該スプリングコレットを締め付ける締め付けナットを有し、前記自動電極把持解放機構が、前記第1の電極ホルダに形成したキーと、前記第1の電極ホルダを前記電極ホルダチャックに装着した状態で前記キーと嵌合するように前記加工主軸先端部に形成したキー溝と、前記締め付けナットを把持するナット把持装置とから構成され、前記所定径の細穴加工用電極の自動的な把持及び把持状態からの解放が、前記ナット把持装置によって前記締め付けナットを把持固定した状態で前記加工主軸を回転させることにより行われることを特徴とする前記請求項1に記載の細穴放電加工機。

【請求項3】 前記自動工具電極交換装置の電極ホルダ

移載装置と前記電極回収装置の電極移送装置とが、同一の駆動手段により駆動されることを特徴とする前記請求項1に記載の細穴放電加工機。

【請求項4】 前記自動電極供給装置が、夫々が異なる所定径の細穴加工用電極を収容する複数の前記電極カートリッジと該複数の各電極カートリッジに対応する複数の前記電極フィード装置とが割出し装置によって位置出しされる割出しテーブルに載置されていて、所望の径の細穴加工用電極を収容する前記電極カートリッジと該電極カートリッジに対応する前記電極フィード装置とを前記加工主軸上方の電極供給位置に位置合わせ可能である多頭式自動電極供給装置であることを特徴とする前記請求項1に記載の細穴放電加工機。

【請求項5】 前記自動工具電極交換装置の前記電極ホルダマガジンが、前記第1及び第2の電極ホルダを夫々個別に着脱自在に収容可能な収容部材を無端回転部材に所定間隔で設けてなり、前記電極ホルダ移載装置が、アクチュエータによって開閉する2つの把持爪により前記第1または第2の電極ホルダを把持及び把持状態から解放する電極ホルダ把持装置と、該電極ホルダ把持装置を前記収容部材と前記電極ホルダチャック相互間で移動させる移動用シリンダ装置とから構成されてなることを特徴とする前記請求項1に記載の細穴放電加工機。

【請求項6】 細線乃至細棒状の細穴加工用電極を放電間隙を介して被加工物に対向させ、該放電間隙に加工液を供給した状態で、前記細穴加工用電極と被加工物間に間欠的な電圧パルスを印加して繰り返し放電パルスを発生させると共に、両者間に対向方向の相対的な加工送りを与えて、被加工物に細穴を加工形成する細穴放電加工に於て、多数の所定径の細穴加工用電極を収容する電極カートリッジから該細穴加工用電極を1本ずつ加工主軸の中空部を通し先端側に供給して該加工主軸先端部の電極ホルダチャックに装着状態の電極ホルダに把持させる自動電極供給装置と、放電加工により消耗した細穴加工用電極を自動的に回収する電極回収装置と、電極ホルダマガジンに細穴加工用電極を把持した状態で収容されている複数の電極ホルダから所定の電極ホルダを選択し、該選択した電極ホルダを前記電極ホルダチャックに装着状態の電極ホルダと交換する自動工具電極交換装置とを設け、前記自動電極供給装置、前記電極回収装置、及び前記自動工具電極交換装置の各装置を選択的に順次動作させて、複数の細穴放電加工を連続して行うことを特徴とする細穴放電加工方法。

【請求項7】 細線乃至細棒状の細穴加工用電極を放電間隙を介して被加工物に対向させ、該放電間隙に加工液を供給した状態で、前記細穴加工用電極と被加工物間に間欠的な電圧パルスを印加して繰り返し放電パルスを発生させると共に、両者間に対向方向の相対的な加工送りを与えて、被加工物に細穴を加工形成する細穴放電加工に於て、多数の所定径の細穴加工用電極を収容する電極

カートリッジから該細穴加工用電極を1本ずつ加工主軸の中空部を通し先端側に供給して該加工主軸先端部の電極ホルダチャックに装着状態の第1の電極ホルダに把持させる自動電極供給装置と、放電加工により消耗した細穴加工用電極を自動的に回収する電極回収装置と、電極ホルダマガジンに細穴加工用電極を把持しないで収容されている前記第1の電極ホルダ及び細穴加工用電極を把持して収容されている第2の電極ホルダから所定の電極ホルダを選択し、該選択した電極ホルダを前記電極ホルダチャックに装着状態の電極ホルダと交換する自動工具電極交換装置とを設け、前記自動電極供給装置による電極供給動作、前記電極回収装置による電極回収動作、及び前記自動工具電極交換装置による前記第1の電極ホルダの交換動作または前記第2の電極ホルダの交換動作の各動作を選択的に順次行わせて、複数の細穴放電加工を連続して行うことを特徴とする細穴放電加工方法。

【請求項8】 前記電極回収装置による細穴加工用電極の回収が、消耗した細穴加工用電極を前記電極ホルダチャックに装着状態の電極ホルダから取り外して所定位置に移送し、該位置にて前記細穴加工用電極を電極回収容器に収納することにより行われることを特徴とする前記請求項6または7に記載の細穴放電加工方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、細線乃至細棒状の工具電極を細穴加工用電極として使用し、該細穴加工用電極（以下、電極と略称する。）を放電間隙を介して被加工物に対向させ、該放電間隙に加工液を介在させた状態で、前記電極と被加工物間に間欠的な電圧パルスを印加して繰り返し放電パルスを発生させると共に、両者間に対向方向の相対的な加工送りを与えて、被加工物に細穴を加工形成する細穴放電加工機及び細穴放電加工方法に関する。

【0002】

【従来の技術】細穴放電加工は、通常、電極として、外径がφ0.1mm程度からφ3mm程度で長さが200mm程度の中空円筒状のパイプ電極を使用し、水系または油系の加工液を20kg/cm²以上の高圧で該パイプ電極の中空部を通し先端開口部の放電間隙に供給して加工が行われる。このように、細穴放電加工に用いる電極は細径であるうえ、高消費条件で加工が行われるため加工時の消耗が激しく、消耗に応じて電極を次々と交換する必要がある。

【0003】このため、単一の穴径の細穴を多数加工する場合は、新たな電極を加工主軸の先端部に取り付けられた電極ホルダに供給して把持させる自動電極供給装置と、消耗した電極を前記電極ホルダから回収移送して回収容器に自動的に収納する電極回収装置と、を備えた細穴放電加工機が多用されている。

【0004】この自動電極供給装置は、単一な外径の多

数の電極が収容された電極カートリッジと、この電極カートリッジから電極を1本ずつ加工主軸の中空部を通し先端部の電極ホルダに供給する電極フィーダ装置とから構成され、加工主軸の上方に取り付けられている。そして前記電極回収装置は、前記電極ホルダから解放された電極を把持して回収位置に移送する電極移送装置と、退避位置から回収位置に移動して前記電極を受納する電極回収容器とから構成されて、通常、加工主軸の下方近傍に設けられている。そしてこの種の自動電極供給装置を備えた細穴放電加工機では、電極として外径がφ0.5mm程度以上のパイプ電極が使用されるのが一般的である。

【0005】また、この種の細穴放電加工機は、電極回収装置によって消耗電極を取り除いた後、自動電極供給装置から供給された電極を前記電極ホルダの先端から所定の長さだけ突出させた状態に調整して該電極ホルダに把持させるように、該電極ホルダによる電極の自動的な把持及び把持状態からの解放を可能とする自動電極把持解放機構と、供給された電極の先端部を一時的に固定するクランプ機構とを備えている。

【0006】また、自動電極供給装置として、夫々が異なった所定径の電極を収容する複数の電極カートリッジと該複数の各電極カートリッジに対応する複数の電極フィーダ装置とを備え、電極カートリッジと電極フィーダ装置との各組が割出し装置によって位置出しされる割出しテーブルに載置されていて、前記各組の内の所望の組の電極カートリッジと電極フィーダ装置とを加工主軸上方の電極供給位置に位置合わせ可能である多頭式自動電極供給装置を設けることにより、この種の細穴放電加工機によっても、数種の異なった穴径の細穴を能率良く加工することができる。

【0007】一方、多種の異なった穴径の加工が求められる場合は、加工主軸先端部の電極ホルダチャックに装着状態の電極ホルダを他の電極ホルダと交換する自動工具電極交換装置（ATC装置）を備えた細穴放電加工機が使用されている。このATC装置は、夫々異なった外径または異なった種類の電極を把持している多数の電極ホルダを個別に着脱自在に収容する電極ホルダマガジンと、電極ホルダを電極ホルダマガジンと電極ホルダチャックの間で移栽する電極ホルダ移栽装置とを有し、電極ホルダチャックに装着状態の電極ホルダを前記移栽装置により電極ホルダマガジンに移載した後、加工する穴径に応じた外径の電極を把持する電極ホルダを電極ホルダマガジンから選択して前記移栽装置により電極ホルダチャックに移載する態様で電極ホルダの交換を行う。また、加工により消耗した電極は、ATC装置により電極ホルダとともに電極ホルダチャックから外されて電極ホルダマガジンに収容される。このATC装置を備えた細穴放電加工機では、電極として外径がφ0.1mm程度からφ3mm程度のパイプ電極が使用されるのが一般的

である。

【0008】上述した自動電極供給装置と電極回収装置を備えた細穴放電加工機は、電極ホルダが着脱自在でなく加工主軸に固定されて一体化されている点で、また、供給された電極を自動的に把持及び把持状態から解放する自動電極把持解放機構や電極回収装置を備えている点で、通常のATC装置を備えた細穴放電加工機とは加工主軸下部周りの構成を異にしている。これまでの放電加工機は専用機であることもあって、単一径若しくは少種の異径の多数の細穴の加工に適した前述の自動電極供給装置を備えた細穴放電加工機と、単一径多数の細穴加工から多種の異径の細穴の加工に適した前述後者のATC装置を備えた細穴放電加工機とが、夫々別異の放電加工機として実用に供されていた。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、近時、細穴加工の必要性が顕著に増大してきている状況下において、前記両者の細穴放電加工機を使い分ける加工形態では能率が悪いと、1台の細穴放電加工機で、単一径の多数の細穴の加工と、多種の異径の細穴の加工と、これ等とを組み合わせて連続して行う加工の全てに対応することのできる、汎用性の高いまた稼働率も向上する細穴放電加工機の提供が要請されている。このような問題点に鑑み、本発明は、1台の細穴放電加工機で、電極ホルダに把持された所定径の電極を消耗に応じて次々と同一径の電極と交換して電極ホルダに把持させる電極交換形態と、多種の異径の電極を夫々把持した多数の電極ホルダ群から所定の電極ホルダを選択して電極を電極ホルダごとと交換する電極交換形態とを、必要に応じ適宜選択して加工を行うことができる細穴放電加工機及び細穴放電加工方法の提供を目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するため、本発明の請求項1の細穴放電加工機は、回転制御される加工主軸の先端部に設けられ、電極ホルダを自動的に着脱する電極ホルダチャックと；多数の所定径の細穴加工用電極を収容する電極カートリッジと、該電極カートリッジから前記細穴加工用電極を1本ずつ前記加工主軸の中空部を通して先端側に供給する電極フィーダ装置とを備え、前記加工主軸上方に設けられる自動電極供給装置と；前記電極ホルダチャックによる自動的な着脱が可能に形成され、前記細穴加工用電極を把持可能な第1の電極ホルダと；前記電極ホルダチャックに装着状態の前記第1の電極ホルダによる、前記自動電極供給装置により前記加工主軸の先端側に供給された前記細穴加工用電極の自動的な把持及び把持状態からの解放を可能とする自動電極把持解放機構と；前記電極ホルダチャックによる自動的な着脱が可能に形成され、前記細穴加工用電極と別異の細穴加工用電極を把持する第2の電極ホルダと；前記第1及び第2の電極ホルダを夫々個別に着脱自

在に収容可能な電極ホルダマガジンと、前記第1または第2の電極ホルダを前記電極ホルダマガジンと前記電極ホルダチャック相互間で移載する電極ホルダ移載装置とを備え、前記電極ホルダチャックに装着状態の前記第1または第2の電極ホルダを前記電極ホルダマガジン中の所定の前記第1または第2の電極ホルダと交換する自動工具電極交換装置と；前記電極ホルダチャックに装着状態の前記第1の電極ホルダから前記所定径の細穴加工用電極を回収して移送する電極移送装置と、該電極移送装置により移送された前記所定径の細穴加工用電極を収納する電極回収容器とを有する電極回収装置と；を備えることを特徴とする。

【0011】また、本発明の請求項2の細穴放電加工機は、第1の電極ホルダが、所定径の細穴加工用電極を把持可能なスプリングコレットと該スプリングコレットを締め付ける締め付けナットを有し、自動電極把持解放機構が、第1の電極ホルダに形成したキーと、第1の電極ホルダを電極ホルダチャックに装着した状態で前記キーと嵌合するように加工主軸先端部に形成したキー溝と、締め付けナットを把持するナット把持装置とから構成され、所定径の細穴加工用電極の自動的な把持及び把持状態からの解放が、ナット把持装置によって締め付けナットを把持固定した状態で加工主軸を回転させることにより行われることを特徴とする。

【0012】また、本発明の請求項3の細穴放電加工機は、自動工具電極交換装置の電極ホルダ移載装置と電極回収装置の電極移送装置とが、同一の駆動手段により駆動されることを特徴とする。

【0013】また、本発明の請求項4の細穴放電加工機は、自動電極供給装置が、夫々が異なった所定径の細穴加工用電極を収容する複数の電極カートリッジと該複数の各電極カートリッジに対応する複数の電極フィーダ装置とが割出し装置によって位置出しされる割出しテーブルに載置されていて、所望の径の細穴加工用電極を収容する電極カートリッジと該電極カートリッジに対応する電極フィーダ装置とを加工主軸上方の電極供給位置に位置合わせ可能である多頭式自動電極供給装置であることを特徴とする。

【0014】また、本発明の請求項5の細穴放電加工機は、自動工具電極交換装置の電極ホルダマガジンが、第1及び第2の電極ホルダを夫々個別に着脱自在に収容可能な収容部材を無端回転部材に所定間隔で設けてなり、電極ホルダ移載装置が、アクチュエータによって開閉する2つの把持爪により第1または第2の電極ホルダを把持及び把持状態から解放する電極ホルダ把持装置と、該電極ホルダ把持装置を前記収容部材と電極ホルダチャック相互間で移動させる移動用シリンダ装置とから構成されてなることを特徴とする。

【0015】また、本発明の請求項6の細穴放電加工方法は、多数の所定径の細穴加工用電極を収容する電極力

ートリッジから該細穴加工用電極を1本ずつ加工主軸の中空部を通して先端側に供給して該加工主軸先端部の電極ホルダチャックに装着状態の電極ホルダに把持させる自動電極供給装置と、放電加工により消耗した細穴加工用電極を自動的に回収する電極回収装置と、電極ホルダマガジンに細穴加工用電極を把持した状態で収容されている複数の電極ホルダから所定の電極ホルダを選択し、該選択した電極ホルダを前記電極ホルダチャックに装着状態の電極ホルダと交換する自動工具電極交換装置とを設け、自動電極供給装置、電極回収装置、及び自動工具電極交換装置の各装置を選択的に順次動作させて、複数の細穴放電加工を連続して行うことを特徴とする。

【0016】また、本発明の請求項7の細穴放電加工方法は、多数の所定径の細穴加工用電極を収容する電極カートリッジから該細穴加工用電極を1本ずつ加工主軸の中空部を通して先端側に供給して該加工主軸先端部の電極ホルダチャックに装着状態の第1の電極ホルダに把持させる自動電極供給装置と、放電加工により消耗した細穴加工用電極を自動的に回収する電極回収装置と、電極ホルダマガジンに細穴加工用電極を把持しないで収容されている第1の電極ホルダ及び細穴加工用電極を把持して収容されている第2の電極ホルダから所定の電極ホルダを選択し、該選択した電極ホルダを前記電極ホルダチャックに装着状態の電極ホルダと交換する自動工具電極交換装置とを設け、自動電極供給装置による電極供給動作、電極回収装置による電極回収動作、及び自動工具電極交換装置による第1の電極ホルダの交換動作または第2の電極ホルダの交換動作の各動作を選択的に順次行わせて、複数の細穴放電加工を連続して行うことを特徴とする。

【0017】また、本発明の請求項8の細穴放電加工方法は、電極回収装置による細穴加工用電極の回収が、消耗した細穴加工用電極を電極ホルダチャックに装着状態の電極ホルダから取り外して所定位置に移送し、該位置にて細穴加工用電極を電極回収容器に収納することにより行われることを特徴とする。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面に基づき説明する。図1は、本発明の細穴放電加工機の全体の概略構成を示す正面図である。図に於て、1は細穴放電加工機のベッドであり、該ベッド1上に、水平面上で互いに直交するX軸及びY軸に夫々移動制御されるサドル2とテーブル3が載置されてXYクロステーブルを構成する。該テーブル3上に加工槽4が設けられ、該加工槽4中の底部に設けた定盤5上に被加工物6が定置される。ベッド1上にコラム7が立設され、該コラム7に主加工軸であるZ軸方向（鉛直方向）に昇降制御される加工ヘッド8が設けられ、該加工ヘッド8はサーボモータ等の回転装置9により回転制御される加工主軸10を内蔵している。加工主軸10の先端部（下端

部）に電極ホルダチャック11が取り付けられ、該チャック11に電極ホルダ12が着脱自在に装着される。13は電極ホルダ12に把持された細穴加工用電極であり、該電極13として上述の外径及び長さを有するパイプ電極が使用される。

【0019】加工主軸10の上方には、多数の所定径の電極13を収容する電極カートリッジ141と、該電極カートリッジ141から電極13を1本ずつ加工主軸10の中空部を通して先端側に供給する電極フィード装置142を備えた自動電極供給装置14が設けられる。自動電極供給装置14により供給される電極13としては、通常、上述の外径のパイプ電極のうち、 $\phi 0.5\text{mm}$ 程度以上のパイプ電極が使用される。自動電極供給装置14の詳細については後述する。

【0020】電極ホルダ12として、自動電極供給装置14により加工主軸10の先端側に供給された電極13を把持する第1の電極ホルダ121と、自動電極供給装置14により供給される電極13とは径あるいはさらに種類の異なる電極13を把持する第2の電極ホルダ122の2種の電極ホルダが使用され、両者とも電極ホルダチャック11に着脱自在に形成される。ただし、第2の電極ホルダ122が電極13を把持した状態でチャック11に着脱されるのに対し、第1の電極ホルダ121は、自動電極供給装置14により供給された電極13を自動的に把持した解放する自動電極把持解放機構の一部を備えている点で第2の電極ホルダ122と相違する。15は、該自動電極把持解放機構の一部を構成するナット把持装置であり、加工ヘッド8に支持されて電極ホルダ12の近傍に配置されている。自動電極把持解放機構の詳細については後述する。

【0021】また、コラム7には、Z軸と平行なW軸に昇降制御される補助軸16が設けられ、回転する電極13の振れを防止するため、加工中、被加工物6の上面近くに配置される下ガイド17と、小さな開閉式アクチュエータ等から構成されて下ガイド17の上方に配置される電極クランプ装置18とが補助軸16に支持されている。第1の電極ホルダ121により供給電極13の上端側所定位置を把持する際に、電極クランプ装置18によって該電極13が一時的に固定支持される。また、下ガイド17の上方に電極13の振れを防止する中間ガイドが必要に応じて設けられる。

【0022】また、加工ヘッド8の側方近傍には、ベッド1あるいはコラム7に取り付けて自動工具電極交換装置19が設けられている。該自動工具電極交換装置19は、第1及び第2の電極ホルダ121、122からなる多数の電極ホルダを夫々個別に着脱自在に収容する電極ホルダマガジン191と、第1または第2の電極ホルダを該電極ホルダマガジン191と電極ホルダチャック11相互間で移載する電極ホルダ移載装置192とを有する。また、自動工具電極交換装置19の近傍には電極回

収装置20が備えられており、該電極回収装置20は、電極ホルダチャック11に装着状態の第1の電極ホルダ121から加工により消耗した使用済みの電極13を回収して移送する電極移送装置201と、移送された電極13を収納する電極回収容器202とを有する。そして、自動工具電極交換装置19の電極ホルダ移載装置192と電極回収装置20の電極移送装置201は共通の駆動手段として移動用シリンダ装置21を共有する。

【0023】図2は、図1に於ける加工ヘッド周りを拡大して詳細に示す正断面図である。加工主軸10は、中心に軸方向に貫通する中空部101を有する円筒状で、加工ヘッド8内に軸受け22により回転自在に軸支され、加工主軸10に設けたプーリ23とサーボモータ9の出力軸に設けたプーリ24間にタイミングベルト25が張架されて、モータ9の回転が加工主軸10に伝達される。加工主軸10の下端部には中空部101よりも内径の大きい電極ホルダ装着穴102が形成されていて、該装着穴102の奥に上下に貫通する透孔を有するシール部材26が配置され、電極ホルダ12がその上部を装着穴102に挿入嵌合させた状態で電極ホルダチャック11により自動的に装着される。また、加工主軸10の下端内周には後述する第1の電極ホルダ121のキー121cに嵌合するキー溝103が形成されている。

【0024】電極ホルダチャック11は、公知の所謂カブラ式の着脱装置であり、加工主軸10の外周に摺動自在に嵌合する着脱操作部材111と、一端部がエアシリンダ113のロッドに結合し、他端部が着脱操作部材111に係合して、エアシリンダ113の作動により着脱操作部材111を上下に移動させるレバー114と、装着穴102の下端近傍の周壁に放散同形に設けた孔に嵌合する複数の係止部材(鋼球)112とから構成される。着脱操作部材111の内周下端部には大径部111aが形成されており、エアシリンダ113の作動により着脱操作部材111が上昇すると、係止部材112が前記孔から大径部111a側に退去して、電極ホルダ12の装着穴102への進入退出を自由にし、着脱操作部材111が下降すると、係止部材112が大径部111aから内方に移動して前記孔の中に遊嵌している装着穴102の内壁から一部を突出させて電極ホルダ12の環状溝に嵌まり込んで該電極ホルダ12を固定保持する。

【0025】加工主軸10の上端部には中空円筒状の連結管27が結合され、軸受け22により回転自在に軸支されて、加工主軸10と一体に回転する。28はリングである。連結管27の上端部は、シャッターベース291を上下に貫通する透孔291aに嵌合し、加工主軸10の中空部101と連結管27の中空部271とシャッターベース291の透孔291aが同軸上に連通する。292はエアシリンダ、293はシャッターベース291の中に透孔291aを中断する態様で形成した案内孔291b内をエアシリンダ292の作動により前後

に摺動するシャッタープレートであり、これ等により透孔291aを開閉する開閉装置29が構成される。また、シャッターベース291には、上下に二分された透孔291aの下側の孔に連通して加工液供給孔30が形成されており、供給された高圧の加工液が、連結管27の中空部271、加工主軸10の中空部101、シール部材26の透孔を介して電極ホルダ12に供給され、電極ホルダ12の中空部からパイプ電極の中空部に圧送される。そして、加工液供給時(加工中)は、供給加工液が透孔291aから上方に噴出しないように、開閉装置29によりシャッタープレート293が前進して透孔291aが閉じられる。

【0026】開閉装置29の上側には、自動電極供給装置14が透孔291aと同軸上にブラケット31を介して加工ヘッド8に取り付けられる。自動電極供給装置14は、多数の所定径の電極13を収容する筒状の電極カートリッジ141と、該電極カートリッジ141中の電極13を1本ずつ下方に送りだし、透孔291aから中空部271及び101を通して加工主軸10の先端側に供給する電極フィーダ装置142とから構成される。この電極フィーダ装置142は、筒状のハウジング142a内に上下動可能に収容された繰り出し管142bと、該繰り出し管142bを上方に押圧する圧縮コイルばね142cと、繰り出し管142bをばね142cに抗して下方に移動させるプッシュレバー142dを有する。電極カートリッジ141はハウジング142aの上部に繰り出し管142bと同軸上に取り付けられる。

【0027】繰り出し管142bは、上端にテーパー状の受け皿142b1が、下端には段付大径部142b2が形成されており、該段付大径部がハウジング142a下端の凹部142a1に嵌まり込む。また、繰り出し管142bの下端から中央部にかけて長手方向に数本のスリットが形成されていて、プッシュレバー142dの作動により繰り出し管142bが下降して段付大径部142b2が凹部142a1から抜け出たとき、段付大径部142b2が外方に拡がる。また、図では明確でないが、繰り出し管142bの下部の内側には段付小径部が形成されていて、段付大径部142b2が凹部142a1に嵌まり込んでいるとき、該段付小径部が電極13を把持する。

【0028】受け皿142b1の上下位置に対応するハウジング142aの両側面には開口部142a2が形成されていて、エアシリンダ等の駆動装置により昇降移動するプッシュレバー142dの先端部が該開口部142a2に入り込んで受け皿142b1の上端に当接している。開口部142a2は、プッシュレバー142dの昇降移動を許容して繰り出し管142bに必要な上下動を与えことができるようにハウジング142aの両側面に相当大きく形成されている。また、被加工物6に異なった径の細穴を加工する場合に、プッシュレバー1

42dを残して自動電極供給装置14をブラケット31から取り外し、異なった径の電極13に対応する自動電極供給装置14と交換する際、交換されないプッシュレバー142dが該交換作業の支障にならないようにするためにも、上記開口部142a2は、ハウジング142aの両側面に相当大きく形成されている。

【0029】被加工物6に複数種の異径の細穴を加工する場合、上述のように、プッシュレバー142dを残して自動電極供給装置14をブラケット31から取り外して交換する他、プッシュレバー142dを含む自動電極供給装置14の全体をブラケット31ごと加工ヘッド8から取り外して交換するようにしても良い。また、夫々異なった所定径の電極13を供給する複数個の自動電極供給装置14が公知の割出し装置によって位置出しされる割出しテーブルに載置されていて、所望の径の電極13を供給し得る自動電極供給装置14が加工主軸上方の電極供給位置に自動的に位置合わせされる多頭式(トレット式)の自動電極供給装置14を設けることもできる。この場合、割出しテーブルは前進後退するテーブルであっても良い。このようにプッシュレバー142dごと自動電極供給装置14全体を交換する場合は、ハウジング142aの開口部142a2を例えば120度間隔で3箇所形成し、3つ割りに形成されたプッシュレバー142dの各先端を各開口部142a2に進入させて受け皿142b1の上端に当接させるように構成しても、交換作業に何等支障は生じない。

【0030】また、プーリ24にはドグ32が植設され、これを検出する例えば近接スイッチ等のセンサ33が加工ヘッド8に設けられている。これ等により、ATC装置によって第1の電極ホルダ121がチャック11に装着される際に、加工主軸10のキー溝103が第1の電極ホルダ121の後述のキー121cに嵌合するよう、加工主軸10の回転角度位置が所定角度で割出される。また、34は回転する電極13に通電する通電ブラシであり、35は通電ブラシ34に加工電力を供給するリード線である。

【0031】図3は第1の電極ホルダ121を示す正断面図である。中空円筒状のホルダ本体12Bの上端部には装着時にシール部材26が嵌合する嵌合穴121aが、中間部にはフランジ部121bが、該フランジ部121b上面にはキー121cが、また、該フランジ部121bの上側には前記係止部材112が嵌まり込む環状溝121dが、更に、下端部には雄ねじ121eが形成されており、第1の電極ホルダ121がフランジ部121bの上面を加工主軸10の下端面に当接させて装着穴102に装着される際、該装着穴102に緊密に嵌合する外形に形成されている。また、装着時には、キー121cが加工主軸10に形成したキー溝103に嵌合することにより、第1の電極ホルダ121と加工主軸10との相対的な回転が抑止される。

【0032】第1の電極ホルダ121のホルダ本体12Bの内側には、シール押え121fと、シール121gと、スプリングコレット121hとが設けられており、シール押え121fとシール121gには、加工液及び電極13が通過可能な透孔が形成されている。121iは雄ねじ121eに締め込まれる袋ナットであり、該袋ナット121iを締め込むことにより、スプリングコレット121hが締め付けられスリットが閉じて電極13が把持されると共にシール121gと電極13及びホルダ本体12B内周との隙間が密封される。袋ナット121iの外周には、これを回転させて締め込む際にスパナを引っ掛ける係止溝121i1が形成されている。

【0033】第2の電極ホルダ122は、キー121cを有しない点で第1の電極ホルダ121と相違するだけでその他の構成は同様であり、第1の電極ホルダ、第2の電極ホルダ共に、使用する電極13の外径に対応したシール押えとシールとスプリングコレットを配設してなる電極ホルダが使い分けられる。電極ホルダチャック11に自動的に着脱される電極ホルダ12は、上述のように、鋼球の係止部材がホルダ本体外周に形成した環状溝に嵌まり込むことによって加工主軸に取り付けられる構成であるから、大きな回転負荷がかかると加工主軸に対して相対的に回転可能である。そのため、第1の電極ホルダでは、キー溝103に嵌合するキー121cを設け、前記相対的な回転を阻止して、自動電極供給装置により供給される電極13の自動的な把持及び解放を可能とした。第2の電極ホルダは、電極13を把持した状態でATC装置によって交換されるものであり、細穴放電加工では加工時に大きな回転負荷が作用することはないから、キー121cがなくても何等問題は生じない。

【0034】図4は、電極ホルダ12の近傍に配置されるナット把持装置15を示す平面図である。ナット把持装置15は、エアシリンダ151により動作する開閉式アクチュエータ(以下、ハンドチャックと言う)152に、袋ナット121iの係止溝121i1に係合する係止爪153を取り付けてなり、加工主軸10を回転させて第1の電極ホルダ121に電極13を把持させたり解放させたりするとき、ハンドチャック152を動作させ係止爪153を係止溝121i1に引っ掛けて袋ナット121iを把持固定する。該固定状態で加工主軸10と共にホルダ本体12Bを回転させて袋ナット121iを締め付けたり弛めたりすることにより、スプリングコレット121hのスリットが開閉して電極13が把持及び解放される。加工主軸10下端のキー溝103、第1の電極ホルダ121のキー121c、及びナット把持装置15によって前記自動電極把持解放機構が構成される。

【0035】次に、自動工具電極交換装置(ATC装置)19と電極回収装置20について詳細に説明する。図5は、本発明の細穴放電加工機の加工ヘッド8、ATC装置19、及び電極回収装置20部分を示す平面図、

図6は、加工軸10の電極ホルダ12をATC装置19により交換する場合を示す正面図、図7は、加工によって消耗した電極13のみを電極回収装置20により回収する場合を示す正面図である。ATC装置19の電極ホルダマガジン191は、割出し可能に回転制御される円形のマガジンテーブル191aと、該テーブル191aの外周に所定間隔で配置された多数の収容部材191bからなる。多数の収容部材191bは、夫々テーブル191aの半径方向外方に開口するU字形をなし、該各U字形の凹部に電極ホルダ12（第1または第2の電極ホルダ）を収納して支持する。収納した電極ホルダ12が脱落しないように、U字形の凹部を囲んで板ばね等が配置されている。

【0036】テーブル191aの下方には、移動用シリンダ装置（エアシリンダ）21が設けられ、該エアシリンダ21のロッド21a先端にアーム21bが取り付けられる。該アーム21bに上下2個の把持装置が併設されており、両把持装置はエアシリンダ21の作動により前進後退する。上側の把持装置は、公知のハンドチャックに、閉じたときに電極ホルダ12を把持する凹部を有する電極ホルダ把持爪を取り付けてなる電極ホルダ把持装置192aであり、下側の把持装置は、同様のハンドチャックに、閉じたときに電極13を把持する平坦な当接面を有する電極把持爪を取り付けてなる電極把持装置201aである。電極ホルダ把持装置192aと移動用シリンダ装置21により電極ホルダ移載装置192が構成され、電極把持装置201aと移動用シリンダ装置21により電極移送装置201が構成される。移動用シリンダ装置21は電極ホルダ移載装置192及び電極移送装置201の駆動手段として兼用される。

【0037】図7に示すように、第1の電極ホルダ121を収納する収容部材191bには、キー121cに嵌合する溝361を形成した当て板36が取り付けられている。電極ホルダ移載装置192によって第1の電極ホルダ121がマガジン191からチャック11に移載されるときに、キー121cが加工主軸10のキー溝103に丁度嵌合する一定方向を向くように、予め、第1の電極ホルダ121を収容部材191bに収納する際に、溝361がキー121cを案内して、該ホルダ121の向きを一定方向に揃える。好ましくは、キー121cの存在を確認するキー検出センサを溝361の近傍に設けることが望ましい。通常、第1の電極ホルダが何種類も使用されることは少ないから、当て板36を設けた第1の電極ホルダ用の収容部材191bは数個設ければ十分である。キー検出センサを設けることにより、第1の電極ホルダが特定の収容部材に確実に収納されたことが確認されるよう、かつ、キーが正しい方向に向いてセットされたことが確認されるように制御することができる。

【0038】電極回収装置20は、前記電極移送装置201と、ATC装置19の支柱またはベッドもしくはコ

ラムに取り付けたエアシリンダ203と、そのロッド203aに固定された電極回収容器202とからなる。電極把持装置201aが消耗電極を把持して後退位置に戻ったとき、エアシリンダ203の作動により電極回収容器202が前進し、電極把持装置201aが解放して落下する消耗電極を回収容器202が収容して回収する。電極回収容器202には、前進したとき消耗電極の容器内への進入を許す切り欠き202aが形成されている（図5、図7参照）。電極回収容器202は消耗電極を回収した後、後退位置に退去し、この退去位置で電極回収容器202がATC装置に搭載された電極ホルダ等と干渉しないように、エアシリンダ203のストロークが設定される。

【0039】次に、ATC装置19により電極ホルダ12を電極ホルダチャック11に装着させる電極ホルダ交換動作について説明する。ATC装置による交換動作は、基本的に従来技術と同様である。即ち、作業者は、細穴放電加工に必要な所定径の電極13を第2の電極ホルダ122に保持させ、このホルダ122をATC装置の収容部材191bに予め収納しておく。電極ホルダ交換時に、制御装置によりマガジンテーブル191aを回転させて、加工に使用する電極13を把持した第2の電極ホルダ122を電極ホルダ把持装置192aに対向する位置（ATC交換位置）に移動させる。この時、両把持装置192a及び201aは共に把持爪を開いた状態である。次いで、把持装置192aは把持爪を閉じて該ホルダ122を把持し、エアシリンダ21の作動により前進して、電極ホルダチャック11の真下に移送する。次に、制御装置により、電極ホルダ交換準備位置（XYZ座標位置として予め設定されている位置）に既に位置決めされている加工主軸10を電極ホルダ交換位置に下降させて、電極ホルダ122を加工主軸の装着穴102に挿入する。この時、チャック11の着脱操作部材111は上昇していて、係止部材（鋼球）112は外方に退去して拘束されていないから、電極ホルダ122は抵抗なく装着穴102に挿入される。次いで、制御装置は、着脱操作部材111を下降させ、鋼球112を環状溝121dに嵌まり込ませて電極ホルダ122を固定保持させた後、把持装置192aの把持爪を開いて該装置192aを後退させる。このようにして、電極13を把持した第2の電極ホルダ122が加工主軸10に装着され、細穴放電加工が開始される。

【0040】加工後に、次ぎの電極ホルダ12と交換する動作は、上記と逆の動作で行われる。即ち、制御装置は、加工主軸10を電極ホルダ交換位置に位置決めした後、把持装置192aを前進させ把持爪を閉じて電極ホルダを把持させる。次いで、電極ホルダチャック11の着脱操作部材111を上昇させて電極ホルダの把持を解放し、加工主軸10を電極ホルダ交換準備位置に上昇させる。そして、把持装置192aを後退位置に移動し

て、移送した電極ホルダをATC装置19の収容部材191bに移載する。その後、新たな電極ホルダが電極ホルダマガジン191から選択されて、上述した動作によって加工主軸に装着される。

【0041】この実施例に於て、電極ホルダ12がATC装置19の収容部材191bに収納あるいは取り出される際、エアシリンダ21のロッド21aは後退限の位置にあり、この位置で把持装置192aの一対の把持爪が夫々90度づつ開閉する。収容部材191bが外方に開口するU字形に形成されているので、このような動作だけで電極ホルダ12を収容部材191bと把持装置192aとの間で移載することができる。また、マガジnteーブル191aが比較的大きい円盤状で、該てーブル191aの外周に放散同形に搭載された電極ホルダは小さいから、てーブル191aが旋回しても、開いている把持爪と電極ホルダとが干渉することはない。

【0042】一方、電極ホルダ12が電極ホルダチャック11に着脱される際には、エアシリンダ21のロッド21aは前進限の位置にあり、この位置で把持装置192aの一対の把持爪が開閉する。このように、エアシリンダ21は前進限と後退限の2位置間で往復動作を行えば良いから、電極ホルダ移載装置192の構成及び制御が極めて簡単である。このように電極ホルダ移載装置192の移動距離は、ロッド21aのストロークに一致させることが好ましいが、2つのストッパ部材で位置規制するようにして調整可能しても良い。

【0043】次に、ATC装置19により第1の電極ホルダ121を加工主軸10に装着し、該ホルダ121に電極13を供給して把持させる動作について説明する。作業者は、予め、当て板36を有する収容部材191bに第1の電極ホルダを収納しておく。このとき、キー121cを溝361に向けて収納する。一方、加工に必要な所定径の電極13を自動電極供給装置14の電極カートリッジ141に収納しておく。前記多頭式自動電極供給装置を具備する場合には、所定径の電極13が収納された電極カートリッジ141が制御装置によって、加工主軸10上に割出される。まず、使用電極13の径に対応する第1の電極ホルダ121がATC装置19によって電極ホルダチャック11に装着される。このときの動作は、ATC装置19によって第2の電極ホルダを電極ホルダチャック11に装着する上述した動作に準じるが、第1の電極ホルダの場合には、予め、加工主軸10のキー溝103が、装着する第1の電極ホルダのキー121cに嵌合する角度位置にあるように、加工主軸10の回転角度位置を割出しておく。この動作は、センサ33がアーク24のドグ32を検出する位置まで加工主軸10を回転させ、その角度位置で加工主軸を停止保持することにより行われる。このように準備されて加工主軸10が上記と同様に下降して第1の電極ホルダ121を装着するが、このとき電極ホルダ121のキー121

cが加工主軸10のキー溝103に嵌合し、相互回転が制止された状態で、装着されることになる。

【0044】第1の電極ホルダ121が加工主軸10に装着された後、自動電極供給装置14により電極13が供給される。この供給動作は、所謂ノック式のシャープペンシルに於ける替え芯の繰り出し動作に似ている。まず、第1の電極ホルダ121が、被加工物6に近接して配置されている下ガイド17の間近に位置するまで、加工ヘッド8が下降する。そして、袋ナット121iをナット把持装置15により把持して固定した後、加工主軸10を回転させて、コレット121hやシール121gの透孔に電極13が通る程度に袋ナット121iを弛める。次いで、エアシリンダ292を作動させ、シャッタープレート293を後退させて透孔291aを開いた後、プッシュレバー142dを昇降移動させて、1本の電極13を下方に送って被加工物6の上面に当接させる。

【0045】このときの電極13の送り動作は、次のように行われる。プッシュレバー142dは、繰り出し管142bの下端の段付大径部142b2がハウジング142a下端の凹部142a1から抜け出るまで、繰り出し管142bを押し下げる。これにより繰り出し管142bの下部が拡開して、1本の電極13が電極カートリッジ141から繰り出し管142bの中に落下する。次いでプッシュレバー142dが上昇すると、繰り出し管142bが圧縮コイルばね142cによって上方に押し戻され、段付大径部142b2が凹部142a1に嵌まり込み、スリットが閉じて電極13を把持する。この動作が繰り返されることによって電極13が徐々に下方に繰り出される。この動作に於て、1本の電極13が被加工物6に当接したときに、当該電極13の上端が繰り出し管142bの中に残るように構成されている。

【0046】次に、電極13を電極クランプ装置18によって把持させた後、プッシュレバー142dが下降して繰り出し管142bによる電極13の把持を解放する。この状態で加工ヘッド8を所定量上昇させると、電極13の上端が相対的に下降する。そして、電極13上端が繰り出し管142bの下端から抜け出した位置に達したときに加工ヘッド8は停止し、プッシュレバー142dが上昇して後続の電極13を繰り出し管142bが把持する。続いて、加工ヘッド8を更に上昇させ、第1の電極ホルダ121下端から電極13が所定量突き出した位置に達したときに加工ヘッド8は再び停止する。そして、加工主軸10を回転させ袋ナット121iが締めつけられて電極13が把持される。次いで、ナット把持装置15の係止爪153を開いて袋ナット121iの把持固定を解除すると共に、電極クランプ装置18を開いて電極13の先端部の把持を解放し、開閉装置29のシャッタープレート293を前進させて透孔291aを閉じる。こうして、電極13を第1の電極ホルダ121に供

給して把持させる動作が完了する。

【0047】放電加工により消耗した電極13を電極回収装置により回収する動作は次ぎのように行われる。まず、加工主軸10を電極交換位置に移動させると共に、エアシリンダ21の作動により両把持装置192a及び201aを前進させて電極ホルダチャック11の下方に位置させる（このとき両把持装置の把持爪は共に開いた状態である）。その後、電極把持装置201aの把持爪を閉じて消耗電極13を把持させる。次いで、袋ナット121iをナット把持装置15により把持固定した状態で加工主軸を逆回転させて袋ナット121iを弛め、消耗電極13を第1の電極ホルダ121による把持から解放する。続いて、加工主軸10（第1の電極ホルダ121）を電極交換準備位置に上昇させて、消耗電極13を該ホルダ121から引き抜いた後、エアシリンダ21を動作させて、把持爪を開いた状態の電極ホルダ把持装置192aと、把持爪を閉じて消耗電極13を把持した電極把持装置201aを元の位置に後退させる。次いで、エアシリンダ203の作動により電極回収容器202が前進して、消耗電極13を切り欠き202aから該容器202中に進入させる。そして、電極把持装置201aの把持爪が開かれて、消耗電極13が電極回収容器202中に落下して収容される。最後に、消耗電極13を収容した電極回収容器202がエアシリンダ203の作動により元の位置に後退して電極の回収動作が終了する。

【0048】消耗電極13が回収された後、自動電極供給装置14によって新たな電極13が第1の電極ホルダ121に供給されて把持される。この動作は、上述した電極供給動作と同様に行われる。但し、第1の電極ホルダ121を下ガイド17の間近に位置させるために、電極交換準備位置にある加工主軸10（加工ヘッド8）を再び下降させる動作が最初に追加され、また、このとき既に、袋ナット121iは弛められているので、該袋ナット121iを弛める動作が省略される。このようにして、電極13が消耗するたびに第1の電極ホルダ121から消耗電極13が回収され、新たな電極13が供給されて細穴放電加工が続行される。

【0049】自動電極供給装置14を使い電極13を次々に供給して加工を行った後、ATC装置19による通常の電極ホルダ交換を行って加工する場合には、まず、第1の電極ホルダ121がATC装置の電極ホルダマガジン191に戻された後、第2の電極ホルダ122が加工主軸10に取り付けられる。この動作は、第1の電極ホルダ121が電極ホルダマガジン191に戻されるときに、ドグ32とセンサ33により加工主軸10の回転角度位置（キー溝103の位置）が割り出されることを除いて、上述したATC装置による電極ホルダ交換動作と変わらない。

【0050】

【発明の効果】本発明によれば、細穴加工用電極が加工

により消耗することにより、該消耗電極を電極回収装置によって自動的に回収し、多数の所定径の細穴加工用電極を収納した電極カートリッジを有する自動電極供給装置により、所定径の新しい電極を1本ずつ次ぎ次ぎと電極ホルダに供給しながら行う細穴放電加工と、加工主軸に装着された電極ホルダを、ATC装置により、夫々異なった径の細穴加工用電極を把持した複数の電極ホルダの内の適宜の電極ホルダと自動的に交換しながら行う細穴放電加工とを、一台の細穴放電加工機で行うことができるから、多数の単一径の細穴を順次加工する場合にも、また、多数の異径の細穴を順次加工する場合にも、あるいは、これ等の加工を組み合わせて連続して行う場合にも対応することができ、細穴放電加工機の稼働率・汎用性が向上する。

【0051】また、自動電極供給装置により供給された細穴加工用電極を、電極ホルダマガジンからATC装置により取り出されて加工主軸に取り付けられた第1の電極ホルダに把持させる際に、また、加工により消耗した細穴加工用電極を電極回収装置によって第1の電極ホルダから自動的に回収する際に、加工主軸に相対的な回転が不能に装着された第1の電極ホルダの袋ナットをナット把持装置によって把持固定した状態で加工主軸を回転させるという簡単な動作で、細穴加工用電極を容易に確実に第1の電極ホルダに着脱することができる。しかも、加工主軸と第1の電極ホルダとの相対的な回転抑止が、第1の電極ホルダにキーを設け、加工主軸に該キーに嵌合するキー溝を形成するだけの付加構成と、加工主軸の逆転作動との組み合わせで、電極の締め付けと弛める作動を行なわせることができ、自動電極把持解放機構を簡単に構成することができる。

【0052】また、ATC装置の電極ホルダ移載装置と、電極回収装置の電極移送装置とが同一の駆動手段（移動用シリンダ）により駆動されるから、ATC装置による電極ホルダ交換機能と、自動電極供給装置と電極回収装置による電極交換機能とを合わせ持たせても、電極交換に係る構成が複雑にならず、またその制御も容易である。また、加工により消耗した細穴加工用電極をATC装置の電極移送装置により加工主軸から回収し移送してから、電極回収容器に収納するようにしたから、電極回収装置が複雑にならず、またその制御も容易である。

【0053】また、自動電極供給装置を、数種の径の細穴加工用電極の供給に対応し得る多頭式自動電極供給装置とすれば、稼働率・汎用性が更に向上する。

【0054】また、第1の電極ホルダの有するキーの回転角度位置をATC装置の電極ホルダマガジンに於て所定位置に規制し、加工主軸先端部に形成されたキー溝の回転角度位置を前記所定位置に割り出して一致させるように構成することにより、第1の電極ホルダをATC装置により交換することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の細穴放電加工機の全体の概略構成を示す正面図。

【図2】本発明の細穴放電加工機の加工ヘッド周りを拡大して示す正断面図。

【図3】本発明の第1の電極ホルダを示す正断面図。

【図4】本発明のナット把持装置を示す平面図。

【図5】本発明の細穴放電加工機の加工ヘッド、自動工具電極交換装置、及び電極回収装置を示す平面図。

【図6】本発明の自動工具電極交換装置により第2の電極ホルダに交換する場合を示す正面図。

【図7】本発明の電極回収装置により電極を回収する場合を示す正面図。

【符号の説明】

1 ベッド
2 サドル
3 テーブル
4 加工槽
5 定盤
6 被加工物
7 コラム
8 加工ヘッド
9 回転装置
10 加工主軸
101 中空部
102 電極ホルダ装着穴
103 キー溝
11 電極ホルダチャック
111 着脱操作部材
111a 大径部
112 係止部材(鋼球)
113 エアシリンダ
114 レバー
12 電極ホルダ
12B ホルダ本体
121 第1の電極ホルダ
121a 嵌合穴
121b フランジ部
121c キー
121d 環状溝
121e 雄ねじ
121f シール押え
121g シール
121h スプリングコレット
121i 袋ナット
121i1 係止溝
122 第2の電極ホルダ
13 細穴加工用電極
14 自動電極供給装置
141 電極カートリッジ

142 電極フィード装置
142a ハウジング
142a1 凹部
142a2 開口部
142b 繰り出し管
142b1 受け皿
142b2 段付大径部
142c 圧縮コイルばね
142d プッシュレバー
15 ナット把持装置
151 エアシリンダ
152 開閉式アクチュエータ(ハンドチャック)
153 係止爪
16 補助軸
17 下ガイド
18 電極クランプ装置
19 自動工具電極交換装置(ATC装置)
191 電極ホルダマガジン
20 191a マガジンテーブル
191b 収容部材
192 電極ホルダ移栽装置
192a 電極ホルダ把持装置
20 電極回収装置
201 電極移送装置
201a 電極把持装置
202 電極回収容器
202a 切り欠き
203 エアシリンダ
30 203a ロッド
21 移動用シリンダ装置
21a ロッド
21b アーム
22 軸受け
23 プーリ
24 プーリ
25 タイミングベルト
26 シール部材
27 連結管
40 271 中空部
28 Oリング
29 開閉装置
291 シャッターベース
291a 透孔
291b 孔
292 エアシリンダ
293 シャッタープレート
30 加工液供給孔
31 ブラケット
50 32 ドグ

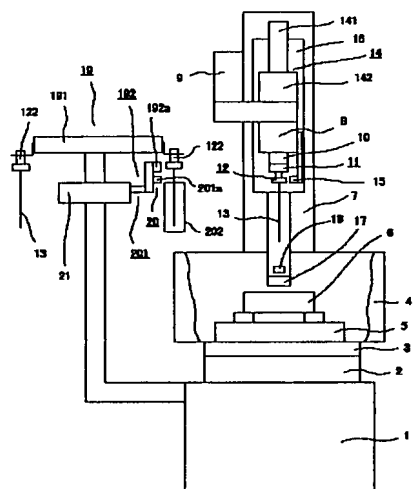
21

22

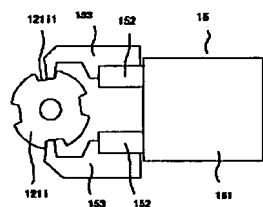
33 センサ
34 通電ブラシ
35 リード線

36 当て板
361 溝

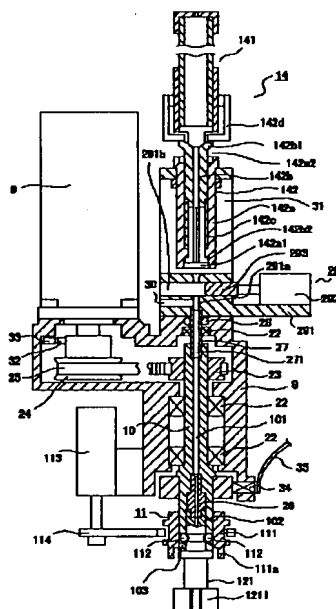
【図1】



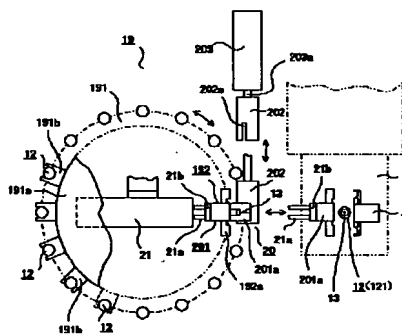
【図4】



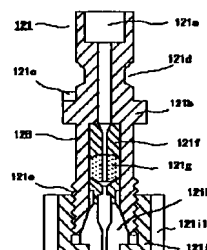
【図2】



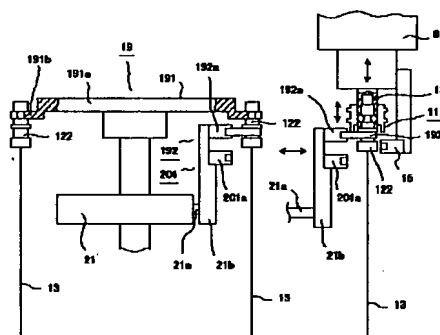
【図5】



【図3】



【図6】



【図7】

